

УДК 614.892

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) classifier 3.03 (Health sciences)

Современные подходы к выбору и применению противошумов

Капцов В.А.^{1*}, Панкова В.Б.², Чиркин А.В.³

¹Д.м.н., профессор, член-корр. РАН

²Д.м.н., профессор

^{1,2}ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека», 125438, г. Москва, РФ.

³ООО «Бета ПРО», 111024, г. Москва, РФ.

Эта публикация является общественным достоянием СС0.

Аннотация

Цель работы: выявить наилучшие современные подходы к выбору и применению средств индивидуальной защиты органа слуха ([СИЗОС](#)) для совершенствования профилактики профессиональных заболеваний шумовой этиологии в РФ. **Результаты:** Даже при своевременном применении противошумов, обеспечиваемое ими ослабление шума, может быть очень низким у значительной доли работников. Это объясняется несоответствием выданной модели СИЗОС индивидуальным анатомическим особенностям рабочего, и отсутствием навыков по установке вкладышей. Причиняемые противошумами боль, помехи при общении и при получении важной информации мешают их эффективному использованию. Даны рекомендации по улучшению защиты работников от шума на основе наилучшей современной практики с целью устранения этих недостатков. Следует измерять ослабление шума у каждого рабочего при начальном выборе СИЗОС, и при обучении работника его применению. Необходимо давать рабочим возможность выбирать наиболее удобную модель из нескольких, и проверять её возможности по ослаблению шума.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты органа слуха; ослабление шума; эффективность; [нейросенсорная тугоухость](#); профессиональные заболевания.

Введение

В 2019 г. воздействие [шума](#) на более чем 11,5 млн. российских работников превышало установленные гигиенические нормативы; а среди зарегистрированных [профзаболеваний](#), вызываемых физическими факторами, за последнее годы устойчиво преобладает [нейросенсорная тугоухость](#) [1, с. 116, 142; 2, с. 134]. Работодатели обязаны обеспечивать сертифицированными противошумами всех лиц, работающих в условиях чрезмерного шума, и данная ситуация, в определённой степени, может объясняться недостаточной эффективностью средств индивидуальной защиты органа слуха ([СИЗОС](#)).

В СССР много десятилетий стремились [устранять чрезмерное воздействие вредных производственных факторов на рабочих](#), а применению СИЗ, в целом, уделяли мало внимания. Эта тенденция сохранилась и позднее, в условиях, когда доля рабочих мест с вредными условиями труда значительно возросла. Поэтому изучение лучших современных подходов к выбору и применению СИЗОС может помочь сохранить здоровье тех работников, которых не удалось защитить более надёжными способами: [уменьшением шума в источнике и длительности его воздействия, звукоизоляцией](#).

1. Изучение ослабления шума при использовании рабочими противошумов

Длительное время считалось, что замеры ослабления шума при испытании СИЗОС в лабораториях дают адекватное представление о том, как эти модели защищают работников на предприятиях. С 1970-х гг. в развитых странах начали проводить замеры ослабления шума и у рабочих на заводах. Например, в 1978 и 1982 г. [Национальный институт охраны труда \(NIOSH\)](#) изучал ослабление шума [вкладышами](#) у работников с помощью мобильной [звукоизолированной](#) камеры, и наушников с [аудиометрами](#). После начала смены, и без предварительного предупреждения, им предлагали пройти в измерительную установку (рядом с цехом). По дороге

к месту измерений их проводил специалист, следивший, чтобы вкладыши не поправляли. Определяли пороги восприятия звуков при воздействии тестовых сигналов, и затем повторяли замеры без СИЗОС.

На 15 заводах, у 420 рабочих, использовавших для защиты от шума 8 моделей вкладышей разных конструкций, было сделано свыше 16 тыс. пар замеров порогов восприятия звуков 9 разных частот, от 125 до 8000 Гц [3-1]. Результаты показали, что:

1. Разнообразие ослабления шума у одной и той же модели СИЗОС при её применении работниками многократно больше, чем у испытателей в лаборатории.
2. Среднее ослабление шума в группе участников (при использовании одной и той же модели СИЗОС) у рабочих оказались значительно меньше, чем у испытателей.
3. У многих работников ослабление шума было очень низкое, порядка 0÷3 дБ.

Аналогичный результат получили в 2022 г. в Австралии, используя новые модели СИЗОС и качественно иной метод измерений [4-1]. [Схожие результаты](#) получены и во многих [других исследованиях](#), проведённых за последние 40 лет.

Нестабильное и, у многих рабочих, крайне низкое ослабление шума объясняется несоответствием конкретной модели СИЗОС индивидуальным анатомическим особенностям строения наружного уха работника, и/или недостаточно отработанными навыками по установке вкладыша в слуховой канал (или надеванию наушников).

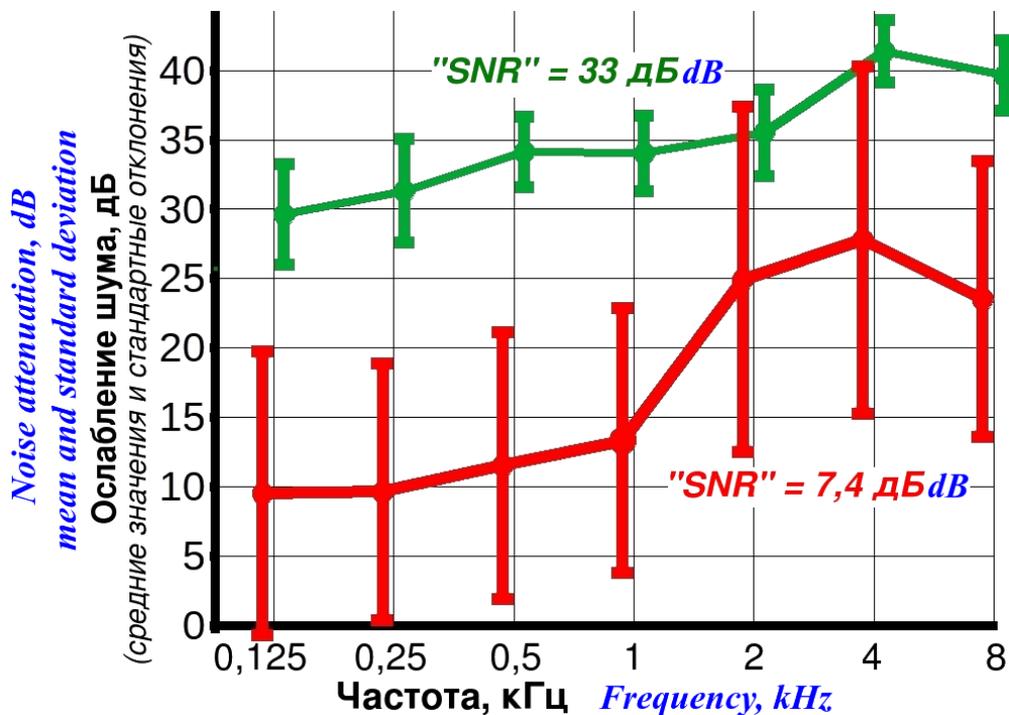


Рис. 1. Ослабление шума вкладышами из пористых материалов. Вверху: сертификация в лаборатории, средние значения больше стандартных отклонений на порядок (SNR 33 дБ). Внизу: на заводе, стандартные отклонения могут превышать средние значения (SNR 7 дБ).

2. Усилия специалистов по улучшению защиты работников

2.1. Попытки прогнозирования ослабления шума у рабочих на основе результатов лабораторных измерений

Первые результаты замеров на заводах были получены в условиях, когда работодатели использовали результаты лабораторных испытаний при выборе модели СИЗОС для работающих в условиях известного превышения [предельно допустимого уровня](#) (ПДУ) шума. Такой способ прогнозирования ослабления шума часто приводил к выдаче рабочим заведомо неэффективных моделей, а возможность индивидуально измерить ослабление шума при использовании СИЗОС работником обычно отсутствовала.

Исходя из этого, начался поиск новых методов проведения сертификационных испытаний СИЗОС, чтобы получать результаты, близкие к реальным. В США разработали требования к подбору испытателей и выполнению замеров: с привлечением людей без опыта

использования СИЗОС и при минимальном инструктаже. По разным причинам эти требования не нашли широкого применения. *Lee et al.* (2022) сравнили результаты измерений у группы работников с результатами, полученными при сертификации в соответствии с такими требованиями [4-2]. Тенденция завышения среднего ослабления у не опытных испытателей по сравнению с ослаблением у опытных работников сохранилась.

Зная о систематичном и значительном превышении среднего лабораторного ослабления над средним реальным, специалисты из разных стран и организаций предлагали корректировать первое для оценки второго (Таблица 1).

Таблица 1.

Коррекция лабораторных результатов для прогнозирования среднего ослабления шума у работников [5-1, с. 289].

Страна, организация	Вкладыши		Наушники
	Из пористого эластичного материала, сжимаемые перед установкой в ухо	Из эластомерного материала	
США, OSHA	Снижение в 2 раза	Снижение в 2 раза	Снижение в 2 раза
США, NIOSH	Снижение в 2 раза	Снижение в 3,3 раза	Снижение в 1,33 раза
Италия	Снижение в 2 раза	Снижение в 3,3 раза	Снижение в 1,33 раза
Великобритания	Снижение на 4 дБ	Снижение на 4 дБ	Снижение на 4 дБ
Франция	Снижение на 10 дБ	Снижение на 10 дБ	Снижение на 5-7 дБ
ФРГ	Снижение на 9 дБ	Снижение на 5 дБ	Снижение на 5 дБ

Российские гигиенисты [Денисов Э.И.](#) с соавт., и [Кириллов В.Ф.](#) считали необходимым учитывать отличие среднего ослабления шума у испытателей и у рабочих [7, с. 287; 8].

2.2. Учёт личных анатомических особенностей работников и их подготовки

Таблица 1 показывает, что поправки, разработанные в разных организациях, плохо согласуются друг с другом. Это может объясняться тем, что в разных странах используют разные модели СИЗОС, и тем, что среднее ослабление шума, в силу своей изменчивости у одной и той же модели СИЗОС, может значительно отличаться у разных групп работников [5-2, с. 281; 6, с. 65-67]. Например, у вкладышей из пористого эластичного материала стандартное отклонение ослабления у работников могло превышать лабораторное в 6,7 раз [3-2]. Однако даже самые точные корректирующие поправки, позволяющие правильно оценить среднее ослабление шума у группы работников, не дадут никакой информации об ослаблении шума у конкретного рабочего. А оно может изменяться в очень широком диапазоне, например, от 35 до 0 дБ [4-3].



Рис. 2. Выбор СИЗОС для рабочих. Слева: США, средство измерения ослабления шума берушами. Справа: РФ, производитель заявляет: ослабление шума стабильно; и равно SNR (27 дБ).

Сначала замеры у рабочих на заводах проводили с помощью лабораторных приборов, улучшая их для снижения массы и размеров. А в 1990-х в продаже появилась первая [специальная система для измерения ослабление шума вкладышами на заводах](#). Она состояла из звукоизолирующих наушников с динамиками, и программы (для компьютера), управляющей подачей тестовых сигналов. Оператор измерял пороги восприятия звуков с применением СИЗОС и без них, и программа вычисляла ослабление шума. Схожим образом измеряли ослабление шума в СССР в 1966 г. у 7 моделей СИЗОС. Вместо компьютера использовали аудиометр; а

СИЗОС (наушники) проверяли, подключив выход аудиометра к громкоговорителю [9-1]. Западные изготовители СИЗОС также начали разрабатывать средства для их проверки на заводах; и в 2017 г. в продаже имелось уже около 15 систем (*Field Attenuation Estimation Systems, FAES*), использовавших разные методы: от измерения порогов восприятия звуков рабочим, до микрофонов, измерявших звуковое давление снаружи и под СИЗОС. Качество измерений могло сильно отличаться, поэтому в 2018 г. был разработан стандарт с требованиями к FAES [10-1, с. 312, 325; 11].

В тех случаях, когда избежать чрезмерного воздействия шума на работников не удаётся, ответственный работодатель подбирает для них такие модели СИЗОС, которые не создают чрезмерного дискомфорта, не мешают выполнению работы, а обеспечиваемое ими ослабление шума определяется у каждого работника индивидуально. Такие же замеры используют и при обучении рабочих правильной установке вкладышей в наружный слуховой проход, аккуратному надеванию и регулировке наушников. Персональная проверка снижает риск использования работником тех противошумов, которые не соответствуют его индивидуальным анатомическим особенностям, и позволяет выявить тех, кто плохо обучен применению СИЗОС. По мнению ведущих западных специалистов, если предотвратить чрезмерное воздействие шума на рабочих не удалось, и они применяют противошумы, то самый перспективный и наилучший способ профилактики нейросенсорной тугоухости, развивающейся из-за воздействия промышленного шума - индивидуальные замеры его ослабления СИЗОС [5-3,10-2].

2.3. Альтернативные методы персональной проверки ослабления шума

В последние годы обозначилась тенденция шире использовать средства измерений ослабления шума у конкретного работника, при том, что ни в одной из стран законы это пока не требуют¹. Повсеместному проведению персональных проверок мешает высокая стоимость оборудования. С другой стороны, ослабление шума у работников настолько разнообразно, что и не очень точная оценка может принести большую пользу. Исходя этих соображений специалисты NIOSH рекомендуют всем работодателям проверять ослабления шума путём воспроизведения двух аудиофайлов на подходящем оборудовании. Сначала рабочий прослушивает первый файл, и регулирует громкость так, чтобы пульсирующий звук (1 кГц) был еле слышен. Затем он надевает СИЗОС и включает второй файл. Если без регулировки громкости второй звук (такой же, как первый, но громкость записи на 15 дБ больше) не слышен, то грубых ошибок при выборе СИЗОС нет, и рабочий умеет аккуратно их использовать [12-1]. К.Н. Lee et al (2022) [4-4] получили, что ослабление шума у опытных рабочих не превышало 15 дБ в 102 из 260 замеров, хотя результаты сертификации (стандарт AS/NZS 1270:2002) давали основания ожидать ослабления ≥ 22 дБ у $> 80\%$ рабочих. Но эта проверка NIOSH не позволяет оценить ослабление низкочастотного шума (обычно оно меньше, чем при 1 кГц), и не выявляет случаи недостаточного ослабления шума тогда, когда требуется очень хорошая защита.

В Канаде разрабатывают другой способ. Смартфон периодически издаёт звуки, и их громкость возрастает на 5 дБ. Работник слушает звуки и считает, сколько раз он их слышал: с СИЗОС, и без них [13]. Разница в количестве звуков (с и без СИЗОС), умноженная на 5 дБ, даёт примерную оценку ослабления шума. Работа пока не завершена.

3. Не применение СИЗОС: дискомфорт и недостаток звуковой информации

Нередко работники используют СИЗОС лишь часть того времени, когда воздействие шума превышает ПДУ. Это объясняется, в том числе, дискомфортом, помехами при общении, при получении акустической информации, необходимой для выполнения работы. В США для уменьшения влияния этих факторов работодателей обязали предоставлять работникам возможность самим выбрать наиболее удобную модель СИЗОС (минимум 4 модели, из них минимум 2 модели вкладышей и 1 наушников). Для получения акустической информации рекомендуют использовать СИЗОС с электронными компонентами, пропускающими к органу слуха тихие звуки без ослабления, что уменьшает помехи общению при воздействии непостоянного шума [5-4].

1 В Альберте (штат Канады) с 31.03.2023 всех работодателей обязали проверять СИЗОС. Но разрешили проверять не только приборами, но и субъективными способами.

4. Индивидуальная защита от шума в РФ

4.1. Выбор и применение противошумов

Законы обязывают работодателей выдавать рабочим сертифицированные СИЗОС, и обучать их правильному применению, но никаких более конкретных требований (и рекомендаций специалистов) нет. [Лоббист](#) поставщиков СИЗ ([Ассоциация СИЗ](#)) опубликовал рекомендации [14]. По сути, они сводятся к использованию лабораторных замеров (показатель SNR) для оценки ослабления шума у рабочих. Системы для индивидуальных замеров ослабления — вскользь упомянуты. В «Методике снижения классов ...» [15] оценка соответствия защитных свойств условиям труда проводится экспертом «... путём изучения ... документации СИЗ и иных документов производителя СИЗ». Но таковые в принципе не могут учитывать ни индивидуальные анатомические отличия конкретного рабочего, ни недостатки его обучения (включая его отсутствие).

Белорусский филиал компании ([производителя СИЗОС](#)) предложил проект стандарта по выбору и применению противошумов. Декларируется, что он разработан на основе соответствующего стандарта Европейского Союза EN 458. Но по неизвестным причинам в проекте ГОСТа средства индивидуальной проверки ослабления шума даже не упомянуты (при том, что в оригинале они рекомендованы) [16].

Лишённые современной научной информации преподаватели кафедр охраны и гигиены труда, и безопасности жизнедеятельности пытаются разрабатывать хоть какие-то учебные материалы для подготовки специалистов, используя для этого самую надёжную из доступной им информации: ГОСТы с требованиями к СИЗОС для их испытаний при сертификации. Поэтому обученные специалисты могут недооценивать и сильное разнообразие ослабления шума у работников, и риск выдачи им заведомо неэффективных изделий (при использовании рекламной информации из каталогов поставщиков).

Работодатели в РФ выдают рабочим какие-то модели противошумов, не предоставляя им возможность выбрать удобную. Но не дискомфорт, а сильная боль при долгом использовании вкладышей «универсального» размера людьми с узким слуховым проходом может сделать невозможным своевременное и правильное использование СИЗОС. В США вкладыши разных размеров одной модели предлагались с 1970-х, а на рынке РФ и до 2022 г. найти вкладыши маленького размера было очень сложно.

В продаже появились дорогие наушники, ослабляющие громкий шум и пропускающие тихие звуки, однако работодатель не обязан их закупать. Кроме того, требования для сертификации таких СИЗОС (как EN 352-4) в РФ всё ещё не разработаны.

В целом, обеспечение работников в РФ СИЗОС выглядит значительно хуже, чем в некоторых развитых странах. Поэтому следует ожидать, что и в РФ использование противошумов влияет на риск развития [профзаболеваний](#) шумовой этиологии так, как это установили *Groenewold M.R. et al.* (2014). Выбрав из обширной базы данных подходящие и качественные результаты аудиологических проверок состояния органа слуха у 19 тыс. человек за пятилетний период, специалисты *NIOSH* не обнаружили существенного отличия в частоте значительного ухудшения слуха у тех, кто использовал и не применял СИЗОС [17]. Схожий результат был получен и в 2 других исследованиях [5-5, с. 257]. По мнению *Berger et al* (2018) результат мог бы быть иным при повсеместном проведении персональных проверок ослабления шума у работников [5-6]. Неуклонный рост доли работодателей, проводящих проверки СИЗОС, позволит проверить это предположение.

4.2. Возможные направления работы по улучшению защиты рабочих

Усилиями лоббистов (поставщиков СИЗ) работодатели могут закупать СИЗ за счёт средств [Фонда социального страхования](#) (ФСС), и снижать классы (подклассы) труда выдавая рабочим СИЗ, соответствующие требованиям [Технического Регламента Таможенного Союза ТР ТС 019/2011](#). Справочно, в его первой редакции, в разделе о СИЗОС, требований к ослаблению шума - не было вообще. Первая «особенность», т.е. возможность использовать средства ФСС для профилактических целей, позволяет не только увеличивать сбыт СИЗ, но может принести пользу при правильном применении.

Для улучшения защиты работников в Российской Федерации от шума предлагаем:

Обязать работодателей предоставлять рабочим несколько разных моделей СИЗОС для самостоятельного подбора наиболее удобной, и затем проверять ослабление шума с помощью проверки NIOSH [12-2]. Это позволит выявить работников, не умеющих правильно применять СИЗОС, и снизит риск выдачи моделей, создающих дискомфорт.

Если рабочим необходимо получать акустическую информацию в условиях воздействия непостоянного (или импульсного) шума, к предоставляемым для выбора СИЗОД обязательно должны добавляться новые модели, не ослабляющие тихие звуки.

Рабочие, подвергающиеся воздействию интенсивного шума, должны проходить предварительные и периодические медосмотры лишь в центрах профпатологии. А центры необходимо оснастить соответствующим современным оборудованием, чтобы там сразу персонально подбирали работникам подходящие СИЗОС для известных условий труда.

Для защиты от сильного шума, 100 дБА и выше, должны использоваться вкладыши и наушники одновременно, как рекомендуется в США, Канаде и Австралии.

Предлагаем для обсуждения и измерения формулировки и толкования разрешения использовать средства ФСС для профилактических целей. Сейчас ответственные работодатели не могут покупать шумомеры за счёт ФСС. Вместе с тем, шумомер позволит им: организовать качественный производственный контроль условий труда; и измерять ослабление шума у СИЗОС за пределами ограничений метода NIOSH. Вместо воспроизведения 2 аудиофайлов с постоянной разницей в громкости 15 дБ, можно будет найти помещение с низким фоновым шумом, и там менять громкость тестовых сигналов «вручную» в необходимом диапазоне, измеряя различие порогов их восприятия с и без СИЗОС по уровням шума у уха (подобно тому, как это делали в [9-2]). Считаем, что помощь ответственным работодателям в приобретении шумомеров поможет им защитить рабочих.

Заключение

Для полноценной профилактики [профессиональных заболеваний](#) шумовой этиологии следует, в первую очередь, найти способы для более действенного стимулирования работодателей по созданию безопасных и гигиеничных условия труда.

По многим причинам применение СИЗОС, как профилактическое мероприятие, в условиях РФ может быть неэффективным. Снижение классов (подклассов) труда при выдаче рабочим сертифицированных моделей СИЗОС требует научного обоснования.

Необходимо изменить практику выбора и применения противושумов в РФ, приблизив её к лучшему мировому уровню.

Список литературы

1. ↑ П.В. Малков и др. [Российский статистический ежегодник](#). Статистический сборник // Москва: Росстат, 2020. — 705 с. — ISBN 978-5-89476-497-9.
2. ↑ [О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 г.](#) Государственный доклад // Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. — 299 с.
3. ↑ [1 2](#) B.L. Lempert & R.G. Edwards. Field Investigations of Noise Reduction Afforded by Insert-Type Hearing Protectors // American Industrial Hygiene Association Journal. — Akron, Ohio: Taylor & Francis, 1983. — Vol. 44, № 12. — p. 894-902. — URL: <https://dx.doi.org/10.1080/15298668391405913> (дата обращения: 10.01.2023). [1 2](#) перевод [W P](#)
4. ↑ [1 2 3 4](#) K.H. Lee, G. Benke, D. Mckenzie. [The efficacy of earplugs at a major hazard facility](#) // Physical and Engineering Sciences in Medicine. — Springer, 2022. — Vol. 45, № 1. — p. 107-114. — URL: <https://dx.doi.org/10.1007/s13246-021-01087-y> (дата обращения: 10.01.2023). [перевод](#)
5. ↑ [1 2 3 4 5 6](#) J. Voix & E.H. Berger. [Chapter 11. Hearing Protection Devices](#) // The Noise Manual. — 6th ed. — Falls Church, VA: American Industrial Hygiene Association, 2018. — 621 p. — ISBN: 978-1-950286-07-2.
6. ↑ Chapter 6. Hearing Protectors // Occupational Noise Exposure. Revised Criteria 1998. — Cincinnati, Ohio: National Institute for Occupational Safety and Health, 1998. — p. 126. URL: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/> (дата обращения: 10.01.2023). [перевод](#)

7. ↑ Э.И. Денисов, Т.В. Морозова, Е.Е. Аденинская, Н.Н. Курьеров. [Проблема реальной эффективности индивидуальной защиты и привносимый риск для здоровья работников](#) // Медицина труда и промышленная экология. — 2013. — № 4. — С. 18-25.
8. ↑ Кириллов В.Ф. Глава 25. Средства индивидуальной защиты // Гигиена труда, 2 изд. / под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, — 2016. — 480 с. — ISBN 978-5-9704-3691-2.
9. ↑ [1 2](#) Шкаринов Л.Н., Денисов Э.И. [Эффективность некоторых типов индивидуальных противошумов и выбор их в зависимости от условий применения](#) // Гигиена труда и профессиональные заболевания. — 1966. — № 6. — С. 38-43.
10. ↑ [1 2](#) J. Voix, P. Smith & E.H. Berger. [Chapter 12. Field Fit-Testing and Attenuation-Estimation Procedures](#) // The Noise Manual. — 6th ed. — Falls Church, VA: American Industrial Hygiene Association, 2018. — 621 p. — ISBN: 978-1-950286-07-2.
11. ↑ ASA/ANSI S12.71-2018. Performance Criteria for Systems that Estimate the Attenuation of Passive Hearing Protectors for Individual Users. — New York: American National Standards Institute, 2018. — 54 p.
12. ↑ [1 2](#) R. Randolph. QuickFit Earplug Test Device // Technology News, No 534. — Pittsburgh, PA: National Institute for Occupational Safety and Health, 2008. — 2 p. — URL: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/content/quickfitweb.html> (дата обращения: 10.01.2023). [Онлайн](#); перевод [W P](#)
13. ↑ J. Voix. [Hearing protectors fit-testing using smartphones: preliminary data](#) // Canadian Acoustics. — 2019. — Vol. 47, № 3. — p. 22-23.
14. ↑ Котов В.И. [Методические рекомендации по подбору и применению средств индивидуальной защиты органа слуха](#) // Москва: Ассоциация СИЗ, 2019. — 23 с. [объявление](#)
15. ↑ Методика снижения класса (подкласса) условий труда при применении работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом. // КонсультантПлюс : [сайт]. — URL: <https://base.garant.ru/70875756/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 10.01.2023).
16. ↑ ГОСТ EN 458 — 202X (проект, RU, первая редакция). [Средства индивидуальной защиты органа слуха](#). Рекомендации по выбору, использованию, уходу и обслуживанию (EN 458:2016). — Минск: (Honeywell), 2021. — 67 с. — URL: <https://www.normacs.info/discussions/7461> (дата обращения: 10.01.2023).
17. ↑ Groenewold M.R., Masterson E.A., Themann C.L., Davis R.R. [Do hearing protectors protect hearing?](#) // American Journal of Industrial Medicine. — Wiley Periodicals, 2014. — Vol. 57, № 9. — p. 1001-1010. — URL: <https://dx.doi.org/10.1002/ajim.22323> (дата обращения: 10.01.2023). перевод [P B](#)